الفصل السابع

الطمي في أرض مصر



تتألف الأرض الغرينية لوادي النيل والدلتا – التي تشكل زراعتها مصدر عمل أغلبية الشعب المصري ومصدر ثروة البلاد - من طمي النيل البني الضارب للسواد، والذي تراكم لسُمك هائلة نتيجة فيضان النهر السنوي على امتداد آلاف السنين وإغراقه لضفافه وإرساب المادة العالقة على سهوله الفيضية.

يتنوع سُمك الإرساب في أماكن مختلفة، وهذا يرجع لأن الرمل والحصى الذي ترسب عليها قد أظهر إلى حد ما سطحا غير متساوٍ ومتنافر المظهر من ناحية، ومن ناحية أخرى لأن النهر من وقت لآخر قد غيَّر مساره، مسبباً أن الطمي الذي ترسب عن ماء الفيضان في وقت واحد في أماكن كثيرة قد جُلي في وقت لاحق وحلت محله رمال ناعمة من النهر نفسه. وعلاوة على ذلك، يبدو أحيانا أن من الصعب تحديد دقيق لمقدار السمك لهذا التراكم في مكان معين عن طريق حفر آبار استكشافية؛ لأنه على الرغم من أن الطمي في بعض الأماكن يُفصل بشكل حاد عن الرمال والحصى المتراكمة تحته، ففي أماكن أخرى هناك تحوُّل تدريجي - كلما اتجهنا لأسفل - من الطمي الأصلي عبر سمك هائل من الرمال والطمي المختلطيْن قبل أن نصل إلى طبقة الرمال النظيفة والحصى الواقعة تحتها. ومن فحص أجراه مستر ليتل، مدير مصلحة المساحة الجيولوجية، للسجلات والعينات من ٩٥ بئر استكشافيا شُقت في أماكن مختلفة في مصر في السنوات الاخيرة - معظمها من أجل الحصول على المياه - بدا أن متوسط سمك طمي النيل الأصلي يتنوع من ٧.٦ متر في نطاق أسوان – قنا من وادي النيل بمصر العليا، إلى حوالي ١١.٢ متر في الجزء الشمالي من الدلتا، ويصل متوسط السمك في الدلتا لحوالي ٩.٨ متر، وذلك في وادي النيل فيما بين أسوان والقاهرة، لحوالي ٨.٣ متر، كما يبدو في الجدول التالي:

جدول (٦٣) متوسط سمك طمي النيل في أماكن مختلفة بمصر

	أمتار
المتوسط من ٢٢ بئر استكشافي بالدلتا شمال خط عرض ٣١	١١.٢
المتوسط من ٣٩ بئر استكشافي بالدلتا جنوب خط عرض ٣١	٨.٥
المتوسط التقريبي الناتج عن الدلتا ككل	٩.٨
المتوسط من ١٢ بئر استكشافي بوادي النيل بين القاهرة والمنيا	٩.٧
المتوسط من ١٠ آبار استكشافية بوادي النيل بين المنيا وقنا	٨.٥
المتوسط من ١٢ بئر استكشافي بوادي النيل بين قنا وأسوان	٦.٧
المتوسط التقريبي الناتج عن وادي النيل ما بين اسوان والقاهرة	٨.٣

بعد إرسابه مباشرة، يعد طمي النيل في حالة لدنة سهلة التشكيل وشديدة النعومة وشديدة اللزوجة. لكنه عند فقدان الرطوبة بالتعرض للهواء يتناقص في حجمه وصلابته ويتحول إلى تراب خشن ومتماسك، ثم يشكل أرضية شديدة الصلابة. في الحقيقة، تعد كل ضفاف الترع - التي تستعمل على نطاق



واسع كطرق زراعية في مصر - مشيدة من الطمي الذي شُق لحفر الترع وللإبقاء عليها مفتوحة، والطوب اللبن (غير المحروق) الذي يشاع استخدامه في بناء البيوت بصعيد مصر يتكون أساساً من طمي النيل الذي وُضع في قوالب وهو في الحالة اللزجة ثم جففته الشمس. والطمي الذي تصلَّب قوامه عن طريق التجفيف يمكن تحويله إلى حالة اللزوجة مرة أخرى عن طريق تدليكه بالماء.

إن كمية المادة الصلبة الجافة بالسنتيمتر المكعب التي يحتويها طمي النيل تتنوع بشكل هائل حسب الدرجة التي تجمَّع وتُضامّ عندها بتعرضه للهواء وبضغط الطبقات الفوقية. يبلغ متوسط وزن المادة الصلبة الجافة الموجودة في سنتيمتر مكعب واحد بالطبقات العليا التي تشكل التربة المزروعة حوالي ١.٣ جم، بينما يبلغ متوسط وزنها في سنتيمتر مكعب واحد في الطبقات السفلى المضغوطة من الإرسابات، أو من الطمي المتراكم الذي يشكل ضفاف النهر وضفاف الترع حوالي ١.٨ جم، وهو يماثل – حيث أن متوسط الثقل النوعي للمعادن المكوِّنة له هو حوالي ٢.٨- نسبة مسامية مقدارها حوالي ٣٥% تقريباً. الطمي الرطب الذي أُزيل من الترع والمصارف خلال عملية التطهير السنوى لمجاريها وفي المتوسط يتكون من حوالي ١.٢ جم فقط من المادة الجافة الصلبة لكل سنتيمتر مكعب.

يتوافق تركيب طمي النيل على امتداد سمكه الكامل في الأساس مع تركيب المادة العالقة التي يحملها النهر في الوقت الحالي، ويُظهر التركيب أنه علي الرغم من أن المادة العالقة التي جلبها النهر منذ الاف السنين ربما قد اختلف تركيبها نوعاً ما عن تلك التي يجلبها النهر حاليا.

وعلى الرغم من وجوب حدوث درجة ما من الاستبدال في المعادن المكونة للتربة بفعل دورة حياة النبات والماء المرشح منذ أن ترسبت، إلا أنه في الإجمال كانت الاختلافات في التركيب الأصلي وفي كمية الاستبدال اللاحق طفيفة على نحو قابل للمقارنة. ولم يُجر حتى الآن أي تحليل لطمي النيل يماثل كمال تلك التحليلات التي أجراها مستر موصيري للمادة العالقة للنهر، لكن أُجري عدد من التحليلات الجزئية لها، بالإضافة إلى تحليلات مماثلة جزئية للمادة العالقة، والجدول التالي – الذي يمدنا بنتائج هذه التحليلات الجزئية للمادة العالقة للنهر، من تربة مصرية نموذجية ومن طمي نيل مندمج أُخذ من عمق ستة أمتار تحت السطح اثناء الحفر لوضع أساسات قناطر الدلتا الأصلية – سيمكننا من عمل مقارنة تقريبية لتلك التحليلات.

جدول (٦٤) التركيب الكيميائي المقارن للمواد العالقة في مياه النيل، والتربة المصرية المزروعة والطبقات العميقة من طمي النيل، بناء علي تحليلات جزئية أُجريت بطريقة التفتت (الهضم Digestion) في حامض كلوريد مائي.

	المادة المعلقة في النهر وقت الفيضان	التربة المزروعة في أماكن متعددة بمصر	التراب البني الاسود (طمي النيل) من حوالي ١٦ مترا تحت السطح، بقناطر الدلتا
	بيرنس[٣] ١٨٨٨- ١٨٨٩	بيرنس[٢] ١٩٠٥	برازير[١] ١٨٥٠
	المتوسط الحسابي لستة	المتوسط الحسابي لسبعة	المتوسط الحسابي



	تحليلات	تحليلات	لتحليلين
	%	%	%
السليكا والمادة غير قابلة للذوبان	٥٧.٥٤	٦٠.١٢	٥٥.٣٣
أكسيد الحديد والأومينا	٢٥.٥٦	٢٢.١٤	٢٩.٢٦
أكسيد المنجنيز	٠.٢٥	٠.٢٦	---
الجير	٣.٠٧	٤.١٩	٥.٨١
المغنسيا	٢.٦٨	٢.٧٠	٠.٦٠
البوتاس	٠.٥٣	٠.٦٢	٠.٧٢
الصودا	٠.٥٧	٠.٦٤	٠.٥١
أنهيدريت الكربون	٠.٧٣	١.١٧	٢.١٦
أنهيدريت الكبريت	---	---	٠.٢٢
أنهيدريت الفوسفور	٠.٢٥	٠.٢٥	بقايا
الكلورين	---	٠.٠٦	بقايا
المادة العضوية وغيرها (الفاقد عند الاشتعال)	٨.٨٢	٧.٥٥	٥.٣٩
	١٠٠.٠٠	١٠٠.٠٠	١٠٠.٠٠

ومن الجدول يلاحَظ أن الفروق في التركيب تعد صغيرة نسبيا والفروق الكبيرة هي النسب العالية من أكسيد الحديد والألومينا وكربونات الجير، والنسب الصغيرة هي الخاصة بالمغنيسيا والمادة العضوية، وذلك في الطبقات الأعمق لطمي النيل حسبما قورنت مع المادة العالقة بالنهر، وسيلاحظ وجود نسب صغيرة من الأملاح المذابة (الكلورايدات والكبريتات) كلاهما في التربة والطبقات الأعمق من الطمي، على الرغم من أن كليهما بالطبع غير موجوديْن في المادة العالقة بالنهر.



هناك أيضا توافق قريب بشكل معتدل بين نسب " القواعد القابلة للتبادل " المتعددة الموجودة في التربة المصرية العادية، وتلك القواعد الموجودة في المادة العالقة للنهر، كما سيتضح من الجدول التالي الذي يمدنا بنتائج التقديرات التي أُجريت في السنوات الاخيرة عن طريق كيميائيّي وزارة الزراعة.

جدول (٦٥) النسب المقارَنة للقواعد القابلة للتبادل في المادة العالقة بالنيل وفي التربة المصرية النمطية (بمكافئات المليجرام لكل ١٠٠ جرام من المادة المجففة بالهواء).

القاعدة القابلة للتبادل	المادة المعلقة في النيل		التربة المصرية النمطية	
	القاهرة - أغسطس ١٩٢٦	أسوان ١٩٢٩	أرض الحياض الخصبة	الأرض الخصبة المروية بالري الدائم
كالسيوم	٣٨.٠	٣٣.٤	٤٢.١	٢٧.١
مغنسيوم	١٣.٦	١٣.٢	١٥.٤	١٥.٦
بوتاسيوم	١.٠	١.٠	٠.٥	٠.٠
صوديوم	٠.٣	٠.٣	٠.٥	٠.٠

ليست كل الأرض الغرينية التي كونها طمي النيل مزروعة حالياء فلا تزال مساحات كبيرة حول البحيرات في المناطق الشمالية من الدلتا غير مستغلة حتى الآن لأنها تقع في مستويات منخفضة فيصير من الصعب توفير صرف ملائم، كما أنها شديدة الامتلاء بالأملاح المذابة، خاصة كلوريد الصوديوم، بينما في كل مديرية في مصر تقريبا هناك بعض المناطق لا تزال غير مزروعة نتيجة لعدم استواء سطحها، ومناطق أخرى نضبت فيها الزراعة نتيجة لأنها صارت غير مُنفذة للمياه، وبالتالي ضعفت خصوبتها، عن طريق ارتفاع مستوى المياه الجوفية تحت التربة والذي سببه تسرب المياه إلى التربة من الترع عالية المستوى.

يبدو من الأبحاث التي أجرتها وزارة الزراعة[٤] أن التربة التي تراجعت خصوبتها بسبب ارتفاع مستوى المياه الجوفية قد تصنَّف إلى نوعين رئيسيين:

١."التربة القلوية السوداء"، التي تكونت في الأماكن التي ارتفع فيها مستوى المياه الجوفية حتى السطح تقريباء

٢."التربة الجبسية"، التي تكونت في أماكن كان ارتفاع المياه الجوفية فيها كبيرا ولكن ليس إلى حد مفرط. وعادة ما يظهر هذا النوع وفقا للمسافة التي يقترب عندها متوسط مستوى المياه الجوفية من السطح.



في المناطق التي تتعرض للتشبع بالمياه بشكل كامل أو جزئي للعديد من السنوات، توجد الأراضي الجبسية في الأجزاء العليا (النطاق المائي فيها موجود عند مسافة بعيدة تحت السطح) بينما تقع "التربة القلوية السوداء" عند الأجزاء المنخفضة.

ويتشابه كلا النوعين من الأراضي في كونهما شديدي الاحتفاظ بالماء، لكن من نواحٍ أخرى يختلف كلاهما عن الآخر بدرجة مميزة.

عند مقارنة التربة "القلوية السوداء" مع التربة العادية "الخصبة" نجد أنها تتميز باحتوائها على نسب أعلى من الكربونات والبيكربونات القابلة للذوبان، وكذلك باحتوائها على محتوى أقل من المادة العضوية، بينما الكالسيوم والمغنسيوم القابلان للذوبان الموجودان في التربة الأصلية قد حل محلهما الصوديوم بشكل كامل تقريباً. الكربونات القابلة للذوبان تسبب للتربة تفاعلا قلويا والأثر المذيب الخاص بكربونات الصوديوم على المادة العضوية يؤدي أحيانا إلى ظهور لون أسود على السطح، ومن ثم يطلق اسم " القلوية السوداء " على التربة من هذا النوع.

في التربة الجبسية – من ناحية أخرى – لايزال الكالسيوم والمغنسيوم يبدُوان بشكل أساسي أنهما القاعدتان القابلتان للتبادل، ونسب الكربونات القابلة وغير القابلة للذوبان ونسب المادة العضوية تظل تقريبا هي نفس النسب كما في التربة الأصلية (الخصبة)، لكن زادت نسب الكلوريدات والكبريتات القابلة للذوبان ونسب السليكات غير القابلة للذوبان زيادة واضحة.

هناك خصيصة ثابتة للتربة الجبسية وهي وجود طبقة غير مُنفذة للماء سواء عند السطح أو تحته بأربعين سم تقريبا أو يزيد، وذلك يجعل من الصعوبة بمكان أن تُكسر التربة عند التجفيف، وهذه الطبقة عامة – ولكن ليس بشكل ثابت – تستقر تحتها طبقة مباشرة بها عروق جبسية جيدة القوام، وعند هذه الطبقة تتركز الأملاح القابلة للذوبان في أعلى درجة تركيز لها. وسواء أكانت الطبقة العرقية موجودة أم لا، فإن الجبس نفسه (ومعه أملاح الصوديوم والمغنسيوم) يوجد هناك بشكل دائم.

ما بين نوعي التربة – أي بين التربة القلوية السوداء من ناحية، والتربة الجبسية من ناحية أخرى – تحدث هناك العديد من حالات التدرج. على سبيل المثال، في بعض الاماكن وُجد أن نموذج التربة يتكون من حوالي ٣٠ سم أو نحو ذلك من التربة الجبسية، والتي تزيد فيها نسبة الجبس كلما اتجهنا لأسفل، تحته بعشرين سم تقريبا طبقة من الصوديوم الصلصالي (أي الصلصال الذي حل فيه تم فيه الصوديوم على نطاق واسع محل المغنسيوم والكالسيوم القابلان للتبادل في التربة الأصلية، مما ينتج عنه أن تكون التربة غير منفذة للماء بدرجة كبرى).

الفروق المذكورة بالأعلى بين الخصائص الكيميائية للتربة الخصبة وغير الخصبة ستشاهَد على الفور من أرقام جدول (٦٦)، والذي لُخِّصت فيه نتائج التقديرات الحسابية التي أجراها علماء الكيمياء في وزارة الزراعة وسجلوها في البحث المشار إليه بالفعل. يجب أن نذكر أن الارقام في ذلك الجدول تمثل المتوسطات الحسابية الناتجة عن عدد من التقديرات الحسابية المنفصلة التي أُجريت على عينات أُخذت من طبقات تربة مختلفة (عادة خمس طبقات) في نموذج التربة النمطي، وفي بعض الحالات اختلفت النتائج



المأخوذة من الطبقات المتعددة بشكل هائل عن المتوسط الحسابي للنموذج ككل. لمعرفة التقديرات الحسابية المنفردة عند الطبقات المتعددة يجب بالطبع الرجوع إلى البحث الاصلي [٥].

وفيما يتعلق بالآثار الكيميائية التي تلت ارتفاع منسوب المياه الجوفية مما يسبب عدم خصوبة التربة، فإن معرفتنا بها حاليا غير واضحة. ومع ذلك، يبدو من الأبحاث التي أجرتها وزارة الزراعة أن تشبع التربة بالمياه يعزز نمو بكتريا حول جذور النباتات (أشهرها مجموعة Mircrospira desulphuricans)، والتي تقلل من وجود الكبريتات في التربة وتحولها إلى كبريتيدات وتستخدم الأكسجين الناتج في أكسدة المادة العضوية؛ فتسبب زيادة مميزة في قلوية الوسط الذي تنمو فيه، وهذه الزيادة في القلوية – بخفض قابلية ذوبان أملاح الكالسيوم والمغنسيوم الموجودة - تسمح بتبادل الأماكن بين الصوديوم الموجود في أملاح الصوديوم المذابة الباقية وبين الكالسيوم والمغنسيوم القابلين للتبادل في جزيء الصلصال بالتربة، وبذلك تجعله غير مُنفذ لماء الرى بدرجة عالية. وحيث تتكون طبقة الصلصال غير المنفذة للماء عند عمق ضحل نسبيا في التربة – كما هي الحالة في الأماكن التي ارتفع فيها مستوى المياه الجوفية نحو السطح تقريبا - تكون النتيجة وجود "التربة القلوية السوداء". بينما حيث يكون مستوى ارتفاع المياه الجوفية أقل – وبالتالي حيث تكونت الطبقة غير المنفذة للماء عند مستوى أدنى - فقد تظل التربة فوقها خصبةً لفترة زمنية، لكن إما عاجلا أو آجلا ستتحول إلى تربة جبسية نتيجة للتراكم التدريجي للكبريتات والأملاح الأخرى فيها.

جدول (٦٦) الخصائص الكيميائية للتربة المصرية الخصبة وغير الخصبة **(من تقديرات أجراها القسم الكيميائي بوزارة الزراعة).**

الأرقام المذكورة للعناصر المتعددة (ما عدا في حالة النتروجين العضوي والكربون العضوي) تمثل مكافئات الجرام لكل ١٠٠ جم من التربة المجففة بالهواء.

	A	B	C	D	E	F	G	H
	ارض الحياض	الأرض الخصبة المروية بالري الدائم	" التربة القلوية السوداء"	الأرض الاكثر خصوبة عند أمتار قليلة منC	التربة الجبسية	ارض أكثر خصوبة عند أمتار قليلة من E	تربة جبسية تعلو صلصال الصوديوم	صلصال الصوديوم تحت G
العمق من السطح بالسنتميترات	١٠٠-٠	١٠٥-٠	١٠٥-٠	١١٠-٠	١٠٠-٠	١٠٠-٠	٣٠-٠	٥٠-٣٠
العناصر القابلة للذوبان في الماء:								
كالسيوم	0.9	0.7	0.0	0.5	5.6	3.1	76.8	0.1



مغنسيوم	بقايا	٠.١	٠.٠	بقايا	3.6	1.2	11.0	0.4
صوديوم وبوتاسيوم ٦	2.0	2.9	9.6	3.0	28.4	15.3	4.2	09.0
ثالث اكسيد الكربون	٠.٠	٠.١	١.٥	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٩
بيكربونات	٢.١	٣.٣	٧.٢	٢.٧	١.٤	٢.٧	١.٢	٢٥.٠
كلور	٠.٣	٠.٣	٠.٠	٠.٥	٢٣.٧	٢.٠	٢٨.٢	١٩.٢
سليكا	٠.٥	بقايا	0.9	0.3	12.5	14.9	99.6	4.4
القواعد القابلة للتبادل:								
كالسيوم	42.1	27.1	3.7	19.1	20.1	22.7	18.7	5.6
مغنسيوم	15.4	15.6	3.8	15.8	16.2	14.4	2.2	9.7
صوديوم وبوتاسيوم	0.5	0.0	32.9	3.6	6.4	5.6	N.D	٢٧.٤
بقايا احماض قابلة للذوبان (بالإضافة إلى المذكورة بالأعلى)								
الكالسيوم الموجود في صورة كربونات٧	٣٠.٠	43.2	83.4	46.4	28.6	30.4	79.7	١٢٢.٤
كالسيوم من السليكات	١٣.٩	16.3	12.9	18.3	24.7	22.6	6.3	٤.٦
مغنسيوم من السليكات	١٠٦.٠	105.6	159.6	120.5	107.2	110.6	175.5	١٢٥.٦
مواد عضوية:			%	%	%	%		
نيتروجين عضوي	---	---	0.031	0.055	0.035	0.032	---	---
كربون عضوى	--	---	0.304	0.605	0.480	0.461	---	---



معدلات زيادة سمك طمي النيل في مواقع متعددة في مصر حاليا

لا يزال تراكم طمي النيل يحدث بشكل استمراري، حيث تضاف مقادير ضئيلة إلى سمكه كل عام بترسب المادة العالقة الموجودة في الماء المستخدم للري. لكن معدل التراكم حالياً في مجملة يعد أبطأ بكثير عما كان عليه في العصور السالفة، نتيجة لأن نظام الري الدائم قد حل محل نظام ري الحياض القديم أو نظام الفيضان على امتداد الجزء الأكبر من صعيد مصر وعلى مصر السفلى بأكملها.

قد نحصل على مقادير تقريبية شديدة الاعتدال التي يتراكم عندها طمي النيل في أماكن عديدة من مصر حاليا، وذلك في البداية عن طريق محاولة تقدير إجمالي كميات المادة العالقة التي ترسبت في أراضي الحياض بصعيد مصر، وفي الأراضي المروية بالري الدائم في صعيد مصر ومصر السفلى علي التعاقب خلال السنوات الثلاث ١٩٢٩ – ١٩٣١ (هذه السنوات اختيرت بالذات حيث أن لدينا البيانات المسجلة الكاملة الخاصة بنسب المادة العالقة التي يحملها النيل)، ثم نقسم إجمالي المتوسط السنوي لكل فئة من الأراضي على متوسط مساحة تلك الفئة المروية خلال السنوات الثلاث.

يجب أن نضع في حسابنا عند محاولة تقدير كميات المادة العالقة المترسبة في الاراضي المروية ما يلي:

١- أن نسبة كبرى من المادة العالقة الموجودة بالماء الذي أُخذ من النهر عن طريق الترع والمضخات لأغراض الري تترسب في الترع قبل وصولها للأراضي المروية.

٢- أن من المادة العالقة التي تصل بشكل فعلي إلى الأرض، نسبة معينة تُنزح مرة أخرى في مياه الصرف.

٣- أن المادة العالقة الموجودة في مياه الصرف يترسب معظمها في المصارف، والقليل منها يعود إلى النهر مرة أخرى.

٤- وأن من المادة العالقة المترسبة في الترع والمصارف (التي تُشق وتقاس عند كل عملية تطهير سنوية لها) يستعمل الجزء الأكبر منها لإصلاح وتدعيم ضفاف تلك الترع والمصارف، ونسبة صغيرة فقط هي التي تنتشر على امتداد الاراضي.

وجدير بالذكر أن كميات ماء الري التي تأخذها الترع من النهر كل عشرة أيام (الفترة العشرية) معروفة لنا من سجلات وزارة الري، وعلى الرغم من أن الكميات التي تأخذها المضخات غير مسجلة، إلا أنه يمكن تقديرها تقريبا (بناءً علي المناطق التي ترويها تلك المضخات) بأنها تعادل حوالي سدس، وخمسة أسداس الكميات التي تأخذها الترع في مناطق الري الدائم بمصر العليا ومصر السفلى على الترتيب. إن نسب المادة العالقة (بالأجزاء في المليون من الوزن) في النهر عند القاهرة لكل فترة عشرية معروفة من



الملاحظات الأسبوعية التي سجلتها وزارة الصحة العمومية، بينما تلك النسب في النهر عند وادي حلفا خلال مواسم الفيضان معروفة من الملاحظات التي تمت عند ذلك المكان عن طريق هيئة مصلحة الطبيعيات، وتلك النسب خلال الفترة المتبقية من كل سنة في نفس المكان يمكن استنتاجها بدرجة معتدلة من الصحة بناءً على الملاحظات التي سُجلت في القاهرة. والآن لن نخطيء لدرجة كبيرة إذا افترضنا – خلال أي فترة عشرية معينة – أن متوسط نسبة المادة العالقة في مياه الري التي أُخذت من النهر في صعيد مصر هي المتوسط الحسابي لتلك النسب في النهر عند وادي حلفا والقاهرة علي الترتيب خلال نفس الفترة العشرية، وأن متوسط نسبة المادة العالقة في ماء الري الذي أُخذ من النهر في مصر السفلي خلال أي فترة عشرية معينة تعدُّ على نحوٍ صائب نفسَ النسبة في النهر عند القاهرة خلال تلك الفترة. ومن ثم، بضرب كميات الفترات العشرية من ماء الري المأخوذ من النهر في مصر العليا في المتوسطات الحسابية المماثلة للفترات العشرية بين نسب المادة العالقة المسجلة عند وادي حلفا والقاهرة، وتلك الكميات المأخوذة من النهر في مصر السفلى في النسب المماثلة للمادة العالقة المسجلة عند القاهرة، وجمع النواتج لكل سنة الخاصة بكل فئة من الأراضي المروية....نستطيع أن نستنتج، على نحو تقريبي معتدل، إجمالي كميات المادة العالقة في إمدادات مياه الرى التي تؤخذ سنوياً من النهر. ويوضح الجدول التالي نتائج هذه الحسابات للسنوات الثلاث:

جدول (٦٧) كميات المياه والمادة العالقة التي تأخذها الترع والمضخات من النهر للري في مصر العليا والسفلى على الترتيب، في الاعوام ١٩٣٠،١٩٢٩، ١٩٣١.

السنة	الماء بالكيلومتر المكعب			حجم المادة العالقة بالمليون طن		
	الماء لري الحياض في مصر العليا	الماء للري الدائم في مصر العليا	الماء للري في مصر السفلى	في المياه المأخوذة لري الحياض في مصر العليا	في المياه المأخوذة للري الدائم في مصر العليا	في المياه المأخوذة للري في مصر السفلى
١٩٢٩	٦.٨٨	9.57	22.08	9.42	6.57	١١.٦٧
١٩٣٠	6.45	5.85	22.17	8.23	4.96	9.12
١٩٣١	7.50	8.62	20.38	14.31	6.32	10.54
المتوسط الحسابي	٦.٩٤	8.01	21.54	10.65	5.95	١٠.٤٤

أما أحجام الطمي المترسب الذي استُخرج من الترع والمصارف عند عملية التطهير السنوية خلال نفس السنوات الثلاث، حسبما قاستها وزارة الرى، موضحة في الجدول التالي:

جدول (٦٨) كميات طمي النيل المستخرج من الترع والمصارف في التطهير السنوي ١٩٢٩ – ١٩٣١



السنة	من الترع والمصارف في أراضي الحياض بمصر العليا	من الترع والمصارف في أراضي الري الدائم بمصر العليا	من الترع والمصارف بمصر السفلى
	مليون متر مكعب	مليون متر مكعب	مليون متر مكعب
١٩٢٩	1.55	2.38	7.19
١٩٣٠	1.77	2.86	8.94
١٩٣١	1.38	2.97	8.75
المتوسط الحسابي	١.٥٧	٥.٧٤	٨.٢٩

يحتوي الطمي من الترع والمصارف، في الحالة الرطبة التي يُشق فيها ويُقاس، في المتوسط على حوالي ١.٢ طن من المادة الجافة الصلبة لكل متر مكعب. ومن ثم، فإن المتوسطات الحسابية للقياسات المذكورة بالأعلى تماثل ١.٨٨، ٣.٢٩، ٩.٩٥ مليون طن من المادة العالقة على الترتيب.

وكما نوَّهنا بالفعل، تُستعمل النسبة الأكبر من الطمي المستخرج من الترع والمصارف في عمليات التطهير السنوي في إصلاح وتقوية الضفاف، وتُنشر نسبة صغيرة فقط منه على الأراضي المزروعة. لا توجد قياسات متاحة لتحديد هذه النسبة الأخيرة؛ لكنني علمت من مصادر بوزارة الرى أنه عند تقدير قريب جداً فإن نسبة الطمي المستخرج التي تُنشر على الأراضي المزروعة تعد ضئيلة المقدار في حالة أراضي الري الدائم بصعيد مصر، وحوالي ١٠ % في حالة أراضي مصر السفلى. وباتخاذ هذه النسب، سيكون لدينا المتوسطات التالية لكميات المادة العالقة الناتجة عن عمليات تطهير الترع والمصارف والتي تُنشر سنويا على الأراضي:

جدول (٦٩) متوسطات كميات المادة العالقة الناتجة عن عمليات تطهير الترع والمصارف والتي تُنشر سنويا على الأراضي

على أراضي الحياض بصعيد مصر	٠.٠٠ مليون طن
على أراضي الرى الدائم بصعيد مصر	٠.١٦ مليون طن
على أراضي مصر السفلى	١.٠٠ مليون طن

وبجمع هذه البيانات السابقة، فستكون لدينا البيانات الحسابية التالية لإجمالي كميات المادة العالقة التي تتراكم سنوياً على الأراضي والتي يوضحها الجدول التالي:



جدول (٧٠) متوسط كميات المادة المعلقة التي تتراكم سنويا على أراضي مصر الغرينية ١٩٢٩ – ١٩٣١

	أراضي ري الحياض بصعيد مصر	أراضي الري الدائم بصعيد مصر	أراضي مصر السفلى (كلها مروية بالري الدائم)
	مليون طن	مليون طن	مليون طن
المادة المعلقة التي تأخذها سنويا الترع والمضخات للري	10.56	5.95	١٠.٤٤
المادة المعلقة المترسبة في الترع والمصارف	1.88	3.29	٩.٩٥
المادة المعلقة الموجودة على الاراضي المزروعة	8.77	2.66	٠.٤٩
الطمي الاضافي المنتشر على الأراضي المزروعة الناتج عن التطهير السنوي للترع والمصارف	0.00	٠.١٦	١.٠٠
اجمالي المادة المعلقة المتراكمة على الأراضي	8.77	٢.٨٢	١.٤٩

ونظرا لأن المتر المكعب من طمي النيل المجمَّع يحتوي على حوالي ١.٨ طن من المادة الصلبة الجافة؛ فإن أوزان المادة العالقة المضافة سنويا إلى الاراضي، والمذكورة بالأعلى، تماثل إضافات قدرها ٤.٨٧، ١.٥٦، ٠.٨٣ مليون متر مكعب على الترتيب إلى سمك الطمي المترسب المتراكم.

ويتضح من الجدول التالي متوسط إجمالي مساحات الفئات الثلاث من الأراضي المنزرعة خلال السنوات الثلاث.

جدول (٧١) متوسط المساحات المنزرعة ١٩٢٩- ١٩٣١

	ألف فدان	مليون متر مربع
أراضي الحياض بصعيد مصر	1128	4738
الأراضي المروية بالري الدائم بالصعيد	1192	5006
الأراضي المروية بمصر السفلى	3230	13566



وبناءً على تلك المساحات وعلى الارقام المذكورة آنفاً عن أوزان المادة العالقة التي تضاف سنويا للأراضي؛ ستكون لدينا البيانات التالية عن السمك التقريبي بالمليمترات الذي يُضاف سنويا لإرساب طمي النيل حاليا:

جدول (٧٢) السمك التقريبي بالمليمترات الذي يُضاف سنويا لإرساب طمي النيل حاليا بالمليمتر

المقدار المضاف لأراضي الحياض في مصر العليا	٤.٧٣٨/٤.٧٨ = ١.٠٣
المقدار المضاف لأراضي الري الدائم في مصر العليا	١.٥٦/ ٥.٠٠٦= ٠.٣١
المقدار المضاف لأراضي الري الدائم في مصر السفلى	٠.٨٣ / ١٣.٥٦٦= ٠.٠٦

وتلك المقادير تماثل معدلات زيادة السمك بـ ١٠.٣،٣.١، ٠.٦ سنتيمتر لكل قرن على الترتيب.

معدل زيادة سمك طمي النيل في الماضي

أجرى الكثير من المحللين محاولات عديدة في فترات مختلفة لتقدير معدل ترسب الطمي في الماضي، بطرق تعتمد إما على قياس السُمك الذي تراكم عنده الطمي حول الأبنية القديمة منذ تاريخ إنشائها، أو على الفروق بين مستويات فيضان النهر في العصور السالفة وفي عصرنا الحالي، حسبما استُنتج من السجلات السابقة لقراءات منسوب النيل أو من علامات النيل العالي القديمة.

عند بداية القرن التاسع عشر تقريباء استنتج جيرارد[(٨)] – من قياس اختلاف الارتفاع بين أعلى مناسيب النيل في عصره وبين نقش يرجع لعصر حكم سبتيموس سيفيروس عن الفيضانات في ذلك الوقت – أن منسوب فيضان النهر عند أسوان قد ارتفع لـ ٢.١١ متر في فترة الألف وستمائة سنة السابقة لعام ١٨٠٠م، وهو يماثل معدلاً متوسطاً قدره ١٣.٢سم لكل قرن، وباعتبار أنه لو ظل حجم المياه المتدفق سنويا في النهر ثابتا، وأن مستوى اليابسة ومستوى قاع النهر لابد أنهما قد ارتفعا بالضرورة بنفس معدل ارتفاع مناسيب الفيضان، فقد استنتج معدلا للإرساب على كل من قاع النهر وعلى اليابسة مساويا للمتوسط الحسابي للنتيجتين السالفتين المذكورتين، أو ١٢.٦ سنتميتر لكل قرن.

وبعد ذلك بحوالي خمسين عاماً، أجرى هورنر[(٩)] تقديراً للمعدل الذي ترسب عنده طمي النيل عند القاهرة، عن طريق القياس المباشرة للسمك الذي تراكم عند كل من:

١- حول قاعدة مسلة هليوبوليس،
٢- حول قاعدة تمثال رمسيس الثاني الضخم عند منف (ميت رهينة).



في حالة مسلة هليوبوليس، وجد عند إجرائه للتنقيب هناك أن أساس القاعدة التي تنتصب عليها المسلة كان يقع على مسافة ١٢ قدم و٤ بوصات ونصف تحت مستوى السطح. كان هناك بعض الشك فيما يتعلق بالعمق الذي طُمرت عنده القاعدة في الأرض، لكن بالتجاوز عن قدم و٤ بوصات ونصف لهذا العمق، فسيتبقى هناك ١١ قدماً (٣.٣٥ متر) بخصوص السمك الذي تراكم عنده طمي النيل حول المسلة منذ تاريخ تنصيبها، وبا فتراض أن المسلة قد نُصبت في منتصف فترة حكم سيزوستريس الأول من الأسرة الثانية عشر تقريباً، أي حوالي ١٩٦٠ ق.م حسب السجلات التاريخية التي أقرها علماء المصريات حاليا، فإن هذا يماثل معدل ترسيب قدره ٨.٨ سم لكل قرن.

في حالة تمثال رمسيس الثاني الضخم في ميت رهينة، أجرى هورنر تنقيبا بسيطاً أظهر أساس الرصيف الذي نُصب عليه التمثال وأنه يقع تحت سطح الأرض بمقدار ١١ قدم وبوصتين وثلاثة أرباع البوصة، ومع ذلك كانت الثماني بوصات العليا مكونة من تراب ورمل وليس من راسب نيلي أصلي. وباقتطاع هذه البوصات الثماني وبافتراض أن قاعدة الرصيف كانت تحت سطح الأرض بمقدار ١٤ بوصة وثلاثة أرباع البوصة في الوقت الذي وُضعت فيه، فسيتبقى هناك تسعة أقدام و ٤ بوصات (٢.٨٥ متر) للسُمك الذي تراكم عنده طمي النيل في الفترة الزمنية ما بين تاريخ تنصيب التمثال وعام ١٨٥٤ – تاريخ التنقيب المذكور آنفاً. من المفترض أن التمثال قد نُصب في منتصف فترة حكم رمسيس الثاني – أي حوالي عام ١٢٦٠ ق. م حسب السجلات المعترف بها حالياً، وهذا يمدنا بمعدل إرساب قدره 2.85 متر في ٣١١٤ سنة، أو ٩.٢ سنتيمتر في القرن.

في عام ١٨٩٦، استنتج فنتر باشا[١٠]– من بحث أجراه عن ارتفاعات مناسيب النيل في مقياس النيل بالروضة المماثلة لمستويات فيضان النهر الوافية في عام ٨٧٠ م تقريباً وفي زمنه الحالي - أن الأرض الغرينية بالقرب من القاهرة قد ارتفعت بواسطة الإرساب بمتوسط يبلغ ١٤.٣ سنتيمتر في القرن. وقد استنتج أيضاً من فروق الارتفاع بين علامات متوسط منسوب أربعين فيضان مرتفع للنيل ترجع لحوالي ٩٠٠ عام ق.م على حائط رصيف معبد الكرنك الكبير بالقرب من الأقصر، ومتوسط مستويات النيل العليا في نفس المكان في عصره، أن متوسط منسوب فيضان النيل عند الأقصر - وبالتالي مستوى قاع النهر في ذلك المكان أيضاً – قد ارتفع بمقدار ٢.٨٦ متر في ٢٨٠٠ سنة، أو بمعدل متوسط قدره ٩.٦ سنتيمتر في القرن، لكنه خالف رأي جيرارد أن الأرض الغرينية لابد أنها بالضرورة قد ارتفعت بنفس المعدل الذي ارتفع به قاع النهر، وجادل أن ترسُّب الإرسابات لا بد أنه قد استمر بشكل دائم بدرجة أكثر سرعة في الماء الثابت في حياض الري مقارنةً بالماء المتدفق في النهر نفسه، وقد اعتبر أن متوسط معدل ارتفاع اليابسة عن طريق الإرساب في الأقصر ربما كان تقريبا نفس المعدل الذي قدَّره لإرساب الأرض الغرينية بالقرب من القاهرة، أي ١٤.٣ سنتيمتر في القرن.

إن التقديرات السابقة هي في مجملها عرضة لقدر كبير من الشك. إن أعلى علامات النيل قديماً وحديثاً التي لاحظها وسجلها جيرارد عند جزيرة إلفنتين بأسوان ربما لم تمثل تماماً مستويات فيضان عالية فوق مستويات الفيضان الاعتيادية لكلا الفترتين الزمنيتين على حد سواء، فمن الممكن أن كل الاستنتاجات القائمة على الملاحظات المسجلة عند مقياس النيل بالروضة تعد خاطئة بسبب أن مبنى المقياس قد هُدم مرات عديدة وأعيد بناؤه منذ تاريخ إنشائه، وأن درجة معدل ارتفاع مناسيب النهر التي



واكبت معدل ارتفاع ترسب الارسابات على اليابسة قد تأثرت بتغيرات الانحدار الناتجة عن التحات عند الجنادل، بالإضافة الي حركة الارتفاع والانخفاض للبحر المتوسط قياسا باليابسة. والقياس المباشر لسمك الطمي الذي تراكم حول المباني الأثرية القديمة يتضمن دائما بعض الافتراضات الخاصة بالعمق الذي طُمرت تحته الأساسات في الأرض، كما أن معدل التراكم عند مكان معين - حتى وإن لم يكن ممكنا تحديده بالضبط – قد لا يمثل بشكل صحيح المعدل المتوسط بالنسبة للأرض الغرينية ككل. ومن بين النتائج المتعددة المذكورة آنفاً، فإن تلك النتائج التي تبدو فعلياً أقلّها عرضة للخطأ هما تقديرا هورنر لمعدل ترسب الطمي على الأرض الغرينية بالقرب من القاهرة، وتقدير فنتر باشا لمعدل زيادة منسوب فيضان النهر عند الأقصر، وسيلاحظ أن تلك التقديرات الثلاثة ليست هي المتفقة إلى حد قريب مع بعضها البعض (تقديرا هورنر هما ٨.٨ كم و ٩.٢ سم في القرن لمعدل إرساب طمي النيل، وملاحظات فنتر باشا أمدتنا بـ ٩.٦ سم لمعدل ارتفاع مستوى فيضان النهر) بل هي جميعا أيضا تتفق بشكل معتدل مع الرقم ١٠.٣ سم في القرن الذي توصلتُ إليه آنفا للمعدل التقريبي لزيادة سمك طمي النيل في أراضي الحياض بصعيد مصر في الوقت الحالي.

هذا الاختلاف بين متوسط نتيجتي هورنر وهذا الرقم المذكور أخيرا هو في الحقيقة أقل الى حدٍ ما عمّا توقعناه، وذلك بناءً على الافتراض أن تقدير المعدل الحالي صحيح وأن حجم مياه النهر وكميات المادة العالقة التي يجلبها قد ظلت ثابتة بلا تغيير منذ أقدم العصور التاريخية حتى زمننا الحالي، لأن تراكم الإرسابات على أراضي الحياض في خط العرض المار بالقاهرة (بالقرب من المكان الذي أجرى فيه هورنر قياساته) في أي فترة زمنية، سيُتوقع بالطبع أن يحدث عند معدل أبطأ نوعا ما في أراضي الحياض بصعيد مصر، بسبب تناقص نسب المادة العالقة المحمولة في النهر عند عبوره قبالة القاهرة مقارنة بتلك النسب للمادة العالقة التي يحملها النهر في صعيد مصر.

وأخذًا في الاعتبار كل مصادر الشك في الطرق العديدة للقياس، فقد نستنتج أن المتوسط الحسابي لنتيجتي هورنر – أي ٩ سنتيمترات في القرن – يمكن قبوله بشكل مقنع لكل من المعدل المتوسط لزيادة سمك طمي النيل وكمعدل متوسط لزيادة مستوى قاع النهر في خط العرض المار بالقاهرة منذ بداية العصور التاريخية، ويمكننا الآن على نحو صائب افتراض أن المتوسط الحسابي لمعدل زيادة سمك طمي النيل ولمعدل زيادة مستوى قاع النيل في وادي النيل والدلتا ككل خلال نفس الفترة، أنه نفس المعدل المتوسط لهما عند القاهرة.

فيما يتعلق بمعدل إرساب طمي النيل في عصور ما قبل التاريخ، عندما لم تكن تطبَّق أي نظم للري أو كان تطبيقها محدودا، وعندما كان تدفق النهر و توزيع مياه فيضانه لا يتحكم فيهما الإنسان بشكل كامل؛ فليست لدينا أية وسيلة لتكوين تقدير شديد الدقة. واتساقاً مع حرية النهر في زيادة تدفق مياهه وإغراقه لضفافه وتنظيف الترع والقنوات لنفسها بنفسها في أرضية الوادي وفي الدلتا عند كل فيضان مرتفع، فقد كان الإرساب بلا شك أكثر عشوائية مقارنةً بما أصبح عليه الحال فيما بعد، و كانت مياه الفيضان حرة في عودتها للنهر بمجرد هبوط مستواه، بدلا من احتجازها صناعيا لحوالي أربعين يوما أو أكثر في الأراضي التي كان يطبق فيها ري الحياض، وربما كان متوسط سمك الطمي المترسب على أرضية الوادي كل عام أقل نوعاً



ما مقارنة بسمكه خلال العصور التاريخية. مع ذلك، فقد يبدو في الإجمال من المعقول افتراض أنه في آلاف السنين السابقة للعصور التاريخية ربما كان المعدل المتوسط للإرساب مقاربا جدا لنفس المعدل الذي كان عليه في الفترات التاريخية، أي حوالي ٩ سنتمترات في القرن.

عمر طمي النيل

بأخذ متوسط سمك طمي النيل الأصلي في مصر بأنه ٩ أمتار (وهذا الرقم هو المتوسط الحسابي بين متوسط سمك الطمي في لوادي وفي الدلتا كما أوضحنا سابقا، وبافتراض إن إرسابه قد حدث – بناءً علي ما شرحناه بالأعلى – عند معدل متوسط قدره ٩ سنتيمترات في القرن، فإن إجمالي الفترة التي استغرقها الإرساب ستكون حوالي عشرة آلاف عام. وعلى ذلك، يكون إرساب طمي النيل الأصلي قد بدأ حالي عام ٨٠٠٠ ق.م، والذي يماثل بداية العصر الحجري القديم تقريبا، وذلك وفق السجل التاريخي التقريبي الوارد في جدول (٢) بالفصل الثاني.

وبالطبع فإن التاريخ الذي توصلنا إليه لا يمثل ذلك التاريخ الذي بدأ فيه النيل جلب المادة العالقة دقيقة التجزئة، بل هو التاريخ الذي كانت فيه المادة العالقة التي يحملها النهر و يوزعها علي سهولة الفيضية بمصر خالية من أي خليط كبير المقدار من الرمل الخشن، حيث أنه تحت طمي النيل الأصلي يوجد في معظم الأماكن سُمك هائل من الطمي المختلط بالرمل الذي من الواضح أن النهر قد رسَّبه خلال فترة مبكرة من تاريخه. والتفسير المحتمل للتغيُّر من الطمي والرمل المختلط إلى طمي النيل في أوائل العصور الحجرية الحديثة يبدو أنه يعود إلى مدة زمنية كبرى قبل العصر الحجري الحديث، فقد كان انحدار النهر – وبالتالي سرعته– ما بين أسوان والبحر المتوسط أكبر من انحداره حاليا، بحيث أن الجزيئات ذات الأحجام الكبيرة كانت تُحمل كمحلول عالق إلى السهول الفيضية. لكن بحلول الفترة الأولى الباكرة من العصر الحجري الحديث، عمل التحاتّ في منقطة الجنادل – بالإضافة إلى الارتفاع التدريجي في مستوى البحر المتوسط قياساً باليابسة – على تقليل الانحدار إلى مستواه الحالي تقريبا.

وفي اعتقادي، أن حقيقة أن السُّمك الذي تراكم عنده طمي النيل، والذي يبدو أكبر بكثير في الأجزاء الشمالية من الدلتا عنه في أي مكان آخر (انظر جدول ٦٣)، يمكن تعليله بأن فروع المصبات القديمة لنهر النيل قد صرّفت مياهها – في حالات عديدة – في بحيرات ضحلة على امتداد الساحل، ناهيك عن صرفها في البحر المتوسط نفسه. وبالطبع، فإن إرساب المادة العالقة سيستمر بدرجة أكبر سرعة وأكثر اكتمالا في المياه الساكنة لتلك البحيرات مقارنةً بإرسابها علي الأرض التي تُغمر بالماء خلال الفيضان السنوي، وربما قد زادت سهولة الإرساب لحدٍّ ما عن طريق خليط من المياه المالحة القادمة من البحر.



هوامش الفصل

([1]) See Horner (L.), " The Alluvial land of Egypt " , phil. Trans.R.S.1855, P.127.

([2]) see MACKENZIE ,(W.C.) , " The Nile in Relation to Egyptian Agriculture " , Yearbook of Khedivial Agricultural Society for 1905 , p.239.

([3]) ibid..

GARACIE (D.S) and others: "The Nature of Soil- deterioration in Egypt " ,Bull No.148 Techn.and Sci Service CHEM.SEC.) ,Ministry of Agriculture ,Cairo , 1934 , p.7.

بالنسبة إلى الأبحاث قبل ذلك التاريخ، الخاصة بالأراضي القلوية في مصر، يمكن الرجوع إلى المصادر الآتية:

Mosseri (V.): " Les Terraine alkaline en Egypte et leur tratement " Bull Inst.Eg ,Ciro ,Vol. V.1911, PP.53-79.

ARRHENIUS (O.); "The Hydrogen Ion Concentration of Egyptian Soils and the Reclamation of Alkaline Land: , Cairo Sci.Journ., vol. X, 1921 ,pp.25-41.

)[4](PRESCOTT (J.A.): " Base Exchange and Alkalinity in Egyptian Soils " , Cairo Sci.Journal., vol.X, 1921, PP.58-64.

[(5)] GARACIE (D.S) and others: Op.cit., pp.13-22.

([6]) تم حسابها بخصم مجموع مكافئات الكالسيوم والمغنسيوم من مجموع مكافئات الحمض.

([7]) كل الكربونات غير القابلة للذوبان تم التعبير عنها بكربونات الكالسيوم.

[(٨)] GIRARD (S.) "Observations sur la vallee d'Egypte , et sur l'exhaussement seculaire du sol qui la recouvre " , Mem ,Avad.Sci., Paris, 1817 , p.185.

[(9)](HORNER (L.): "An Account of some recent Researches near Cairo, undertaken with the view of throwing light upon the Geological History of the alluvial land of Egypt " , part II.phil.R.S. 1858 ,PP.71-75.

([10]) VENTRE PASHA (A.): " Crues moderns et crues anciennes du Nil " ,zeitschrift fur Aegyptische sprache ,Band 34, 1896 ,pp.103 ,105.

